Aus dem Institut für Hygiene und Mikrobiologie der
Universität Würzburg
(Vorstand: Professor Dr. med. H.P.R. Seeliger)

BAKTERIOLOGISCH EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR KEIMZAHLREDUKTION DURCH EINE NEUE HAFTMATTE IM KLINISCHEN BEREICH

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Hans Heuberger
aus Laufach

Würzburg, den 29.4.1980

Aus dem Institut für Hygiene und Mikrobiologie der
Universität Würzburg
(Vorstand: Professor Dr. med. H.P.R. Seeliger)

BAKTERIOLOGISCH EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR KEIMZAHLREDUKTION DURCH EINE NEUE HAFTMATTE IM KLINISCHEN BEREICH

Inaugural - Dissertation

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Hans Heuberger
aus Laufach

Würzburg, den 29.4.1980

Referent: Professor Dr. phil. W. Döll

Correferent: Professor Dr. med. H.P. R. Seeliger

Dekan: Professor Dr. med. K.-H. Wulf

Tag der mündlichen Prüfung : 24.7.1980

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung
I. Nosokomiale Infektionen
II. Nosokomiale Infektionen, die vom Fußboden ausgehen
III. Fragestellung

B. Material und Methoden
I. Die Kunststoffklebematte
II. Methoden zur Erfassung der Keimbesiedlung auf Oberflächen
III. Versuchsanordnung
1. Vorversuche
2. Untersuchungen im klinischen Bereich

C. Ergebnisse
I. Vorversuche
II. Versuche unter praktisch klinischen Bedingungen

D. Diskussion

E. Zusammenfassung

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543521_0038

A. Einleitung

I. Nosokomiale Infektionen

1. Häufigkeit

Die Häufigkeit von nosokomialen Infektionen wird von WILLE (39) mit 5-20% der in Akutkrankenhäusern liegenden Patienten angegeben. Die durch diese Infektionen verlängerte Verweildauer beträgt durchschnittlich 7 Tage. Bei einem Kostenaufwand von 200 DM täglich ergeben sich daraus in der Bundesrepublik Belastungen von 700 Mio DM im Jahr. Andere Autoren kommen zu ähnlichen Ergebnissen (9, 11, 4o).

2. Definition

Als nosokomiale Infektionen sind Infektionen anzusehen, die in einen kausalen Zusammenhang mit einem Krankenhausaufenthalt gebracht werden können. Sie dürfen bei der Aufnahme weder durch klinische noch durch andere Parameter unter Berücksichtigung der Inkubationszeit erkennbar sein. Bei unbekannter Inkubationszeit gilt jede Infektion als krankenhauserworben, die nach Aufnahme in die Klinik auftritt (1).

3. Faktoren der Entstehung

Nachdem die erste Welle des Hospitalismus, Ende der 50-er Jahre entstanden durch die schnelle Resistenzentwicklung der Staphylokokken gegenüber Penicillin, durch die Entwicklung moderner, hochwirksamer Antibiotika weitgehend überwunden ist, stehen wir jetzt vor einem zweiten Gipfel des infektiösen Hospitalismus.
Die Ursachen sind vielschichtig, wie folgende Aufschlüsselung zeigt (33):

1. Zunahme der Patienten mit erhöhter Anfälligkeit für Infektionen (hohes Alter, bestimmte Krankheiten).
2. Zunahme schwierigerer, umfangreicherer und länger dauernder Operationen.
3. Durchbrechen der natürlichen Keimbarrieren durch die invasiven Maßnahmen der modernen Medizintechnik in Diagnose und Therapie.
4. Anwendung moderner Therapieformen wie Immunsuppressiva, Zytostatika, Corticoide, die die zelluläre und humorale Infektionsabwehr entscheidend schwächen.
5. Kritiklose Anwendung von Antibiotika, wodurch sowohl laufend resistente Stämme selektioniert werden als auch der natürliche Schutz durch die apathogene Keimflora gestört wird.
6. Vernachlässigung von bewährten Maßnahmen der Asepsis und Antisepsis im Vertrauen auf die Antibiotika.
7. Unzulängliche bauliche Gegebenheiten.
8. Unzureichender Ausbildungsstand des Personals.

Nach der Herkunft der verantwortlichen Keime werden endogene und exogene Infektionen unterschieden:

- endogene Infektionen werden von der körpereigenen Flora verursacht;
- exogene Infektionen werden von Keimen verursacht, die von der Umgebung auf den Patienten übertragen werden.

Für das Angehen von endogenen Infektionen ist die Resistenz des Patienten von entscheidender Bedeutung. Eine Abwehrschwäche kann sowohl durch die Grundkrankheit als auch durch bestimmte Therapieformen bedingt sein (Antibiotika, Zytostatika, Corticoide).

Als Prophylaxe stehen uns neben der kritischen Indikationsstellung zu operativen Eingriffen und immunsuppressiven Therapien folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Entkeimung und Isolierung von gefährdeten Patienten
- Substitution von Gamma-Globulinen
- unspezifische Stimulierung der Immunabwehr

Die exogenen Infektionen sind den vorbeugenden Maßnahmen der modernen Hygiene eher zugänglich. Das Ziel muß es sein, durch Ausschaltung von Infektionsquellen, durch Unterbindung von Infektionswegen und durch Erhaltung der Infektionsresistenz des Patienten die Häufigkeit von Infektionen zu senken.

II. Nosokomiale Infektionen, die von Fußbodenkeimen ausgehen

1. Die Verbreitung von Fußbodenkeimen

Angaben darüber, welchen prozentualen Anteil die Verschleppung von Fußbodenkeimen am infektiösen Hospitalismus hat, sind in der Literatur nicht zu finden. KANZ (23) weist darauf hin, daß die wichtigsten Keimverbreiter aus Intensivpflegestationen die Schuhe seien.
BORNEFF (4) fand bei Abklatschversuchen, daß die Klinikschuhe neben anderen Kleidungsstücken schon kurze Zeit nach dem Anlegen mit pathogenen Staphylokokken kontaminiert waren. Durch Kleidung, Haare, Hände usw. werden zwar häufiger Keime übertragen, die Bedeutung der Schuhe als Keim-Vektoren wird noch dadurch verstärkt, daß sie in den seltensten Fällen regelmäßig desinfiziert werden.

Die Keimflora auf dem Fußboden eines Raumes setzt sich zusammen aus Keimen, die

- von Schuhen und Rädern von Betten oder Geräten dorthin gebracht wurden

- mit dem Luftzug als primäre Luftkeime hingelangen und dann zu Boden sedimentieren
- vom Patienten und Personal mit Hornpartikeln, mit Sprech- oder Hustentröpfchen dort ausgeschieden werden und sedimentieren. Dazu kommen noch an Textilteilchen gebundene Keime.

Meistens handelt es sich um Sporenbildner, Staphylokokken, Streptokokken, Corynebakterien und Sarzinen (BORNEFF 4). Selten finden sich auch gramnegative Keime (LOWBORY in GRAEWENITZ 14).
Aus diesem großen Keimpool werden Keime an Partikel verschiedener Größe gebunden aufgewirbelt und können als sekundäre Luftkeime Anlaß für aerogene Infektionen geben. Ihr Anteil an allen Hospitalinfektionen wird auf 10% geschätzt (aerogene Infektionen : Kontaktinfektionen = 10:90). Wie groß der Anteil der Fußbodenkeime daran ist, ist unbekannt. Wenn auch die meisten Autoren für die Höhe der Luftkeimzahlen die Anzahl und Aktivität der Personen in einem Raum verantwortlich machen, so weisen doch verschiedene Untersuchungen auf die gegenseitige Abhängigkeit von Luft- und Bodenkeimzahlen hin.
Schon bei geringen Luftgeschwindigkeiten kann bakterienhaltiger Staub aufgewirbelt werden und Anlaß zu Infektionen geben (WALTER u. KUNDSIN 34).
GUNDERMANN (15) fand bei Untersuchungen in 29 Krankenhausabteilungen, daß die Oberflächenkeimzahlen in gewissen Beziehungen zu den Schwebekeimzahlen stehen, vor allem aber, daß hohe Oberflächenkeimzahlen auch hohe Luftkeimzahlen zur Folge haben.

Die Möglichkeiten für Kontaktinfektionen, die vom Fußboden ausgehen, scheinen gering zu sein, da zu Boden gefallene Instrumente, Verbandsmaterialien und Wäschestücke vom Personal selbstverständlich ausgewechselt werden (KANZ 24).

Daß die Patienten selbst oder ihre Angehörigen sich entsprechend verhalten, läßt sich aber kaum sicherstellen. Erwähnt werden sollte hier noch die Möglichkeit, daß Instrumente durch aufgewirbelte Fußbodenkeime kontaminiert werden.

2. Unterbrechung des Infektionsweges "Fußboden"

a) Regelmäßige Fußbodendesinfektion

Trockenes Kehren von Patientenzimmern ist selbstverständlich kontraindiziert, da dadurch nur der Staub aufgewirbelt wird und die Luftkeimzahlen drastisch ansteigen. Ebenso muß das Naßwischen ohne Desinfektionsmittel abgelehnt werden. Bei Abklatschversuchen auf einem Fliesenboden fand HUCK (21) nach dem Wischen ohne Desinfektionsmittel sogar einen Anstieg der Keimzahlen ums 10-fache.
Als Mindestanforderung gilt heute das Wischen mit einem geeigneten Desinfektionsmittel nach der Zwei-Eimer-Methode. Nach KANZ (24) und FEIFEL (8) sollte diese Methode nicht nur im aseptischen Bereich oder in Intensivstationen angewandt werden, sondern in allen Klinikabteilungen.

b) Wechseln der Schuhe; Überschuhe

Soweit noch keine Schleusensysteme die Verbreitung von Keimen verhindern, ist man dazu übergegangen, das Personal, Studenten und Besucher aufzufordern, beim Betreten und Verlassen von Problemstationen die Schuhe zu wechseln. Da sich bei der Bereitstellung von Klinikschuhen für Besucher und Studenten meist Engpässe ergeben, stehen für sie Gummi- oder Plastiküberschuhe zur Verfügung.
Gummiüberschuhe sind nach WEWALKA und FLAMM (37) nicht geeignet, die Einschleppung von Keimen zu verhindern, da die Keime oft wie mit einem Blasebalg von den Straßenschuhen in die Umgebung geschleudert werden. Dieser Effekt läßt sich durch Überstülpen von eng anliegenden, sterilen Einmalüberschuhen aus Plastik vermeiden. Sie haben aber den Nachteil, daß der Schweiß nicht mehr verdunsten kann, was sich bei längerem Tragen unangenehm bemerkbar macht.

c) Desinfizierende und klebende Matten

Durch diese Art von Matten sollen Keime, die sich an Rädern von Betten oder Geräten befinden, entweder durch ein Desinfektionsmittel vernichtet oder durch die Klebeschicht zurückgehalten werden. Außerdem ist ihre Wirkung unabhängig vom guten Willen der Betroffenen oder deren Überwachung, wenn nur die Matte an geeigneter Stelle ausgelegt wird. Die desinfizierenden Matten haben sich nicht bewährt. Sie führen nur zur Abtötung der Keime, wenn sie mit reichlich Desinfektionslösung getränkt sind. Dann aber bestehen eine erhebliche Rutschgefahr und ein unangenehmes Gefühl beim Darübergehen. Außerdem führt die Verschmutzung der Desinfektionslösung unter Umständen zu Flecken auf dem Fußboden. Zudem besteht die Gefahr, daß gegen das Desinfektionsmittel resistente Keime unkontrolliert verbreitet werden.

Als Klebematten waren bisher nur sog. Abreißmatten im Handel. Sie bestehen aus mit Spezialkleber beschichteten Polyäthylen-Folien.[1)] Nach Verschmutzung muß die oberste Folie abgerissen werden, je nach Häufigkeit der Benutzung ein- bis dreimal am Tag. Bei Modellen, die in einen auf dem Fußboden verschraubten Metallrahmen geklebt werden, kann dieser Rahmen sehr leicht zu einer Keimquelle werden, da er schwer zu reinigen und zu desinfizieren ist. Ein weiterer Nachteil dieser Matten ist ihre geringe Flächenausdehnung. Sie sind zum Teil so kurz, daß man beim Darübergehen nur mit einem Fuß auftritt. In den letzten Jahren kamen Plastik-Matten auf den Markt, die auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung kleben und nicht mit einem Kleber beschichtet sind. Laut Hersteller sollen sie folgende Vorteile haben:

1) z.B. X - Track von PHARMASEAL LABORATORIES GMBH

- Keine Verschleppung von Klebstoff und Desinfektionsmitteln
- Die Oberfläche ist groß genug, um eine wirksame Entstaubung zu erreichen
- Zur Befestigung braucht kein Bodenrahmen verwendet werden, der als Keimquelle wirken würde
- Einfache Kontrollmöglichkeit der Schmutzbelastung auf Grund der blauen Farbe
- Die Betriebskosten sind relativ gering; der Hersteller garantiert 1 Jahr volle Wirksamkeit.
- Klebstoff wird mit den Schuhen nicht weitergetragen wie dies etwa bei den Abreißmatten der Fall ist.

III. Fragestellung

Da diese Matten hierzulande neu sind und praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen bislang fehlen und weil die Anschaffung einen nicht unerheblichen finanziellen Aufwand bedeutet, erscheint es sinnvoll, ihre Wirksamkeit in bakteriologischen Untersuchungen mit folgender Fragestellung zu überprüfen.

a) Ist eine Keimzellenverminderung auf dem Fußboden hinter der Matte festzustellen?

b) Wie verändert sich die Keimzahl auf der Matte beim Gebrauch und wie sind die Keime auf der Matte verteilt?

c) Wie verändern sich die Keimzahlen hinter der Matte mit zunehmendem zeitlichem Abstand von der letzten Reinigung?

B. Material und Methoden

I. Die Kunststoff-Klebematte [1)]

Die Versuche wurden durchgeführt mit einer soeben hier eingeführten Kunststoff-Klebematte. Sie war etwa 4 m lang, 1,2 m breit und 7 mm dick. Ihre Farbe war blau, so daß praktisch jeder Tritt durch Schmutzablagerung sichtbar gemacht wurde und so eine einfache Kontrollmöglichkeit des Verschmutzungsgrades der Matte gegeben war.

1. Chemische Zusammensetzung

Das Grundpolymer ist PVC. Außerdem enthält die Matte bis zu 66 % Weichmacher und bis zu 2 % aus einem Ca - Stearinsäure- und Zink - Stearinsäuregemisch, gelöst in Sojabohnenöl. Der Weichmacher wird nicht abgegeben.

2. Die Klebefähigkeit

Sie ist abhängig von der Trockenheit der Mattenoberfläche und der Trockenheit der Schuhe, Räder etc. So beträgt der Reibungskoeffizient gegenüber Tennisschuhen bei trockenen Materialien 2,4, bei nassen Materialien 0,5 (2).

1) Die Matte wurde uns von der Firma FLOW LABORATORIES GMBH zur Verfügung gestellt.
Diese Art von Matten sind seit 1975 unter verschiedenen Namen auf dem Markt:
Protekt - a - Mat - Abtretmatten
Dycem Mat
Dycem Staubhaftmatten
Dycem - Partikel - Stop - Belag

Dies ist die Voraussetzung dafür, daß die Matte so problemlos gereinigt und ihre Klebefähigkeit durch einfaches Waschen mit Wasser "regeneriert" werden kann. Dies bedeutet aber auch, daß die Klebefähigkeit und damit die Wirksamkeit eingeschränkt ist, wenn entweder die Matte oder die Schuhe bzw. die Räder der Transportmittel feucht sind. Unmittelbar nach dem Abwaschen, vor allem mit Seifen- oder Desinfektionsmittelzusätzen, kann es auf Grund des oben beschriebenen Verhaltens des Reibungskoeffizienten zu Unfällen kommen.

II. Methoden zur Erfassung der Keimbesiedlung auf Oberflächen

Je nach Untersuchungsmaterial und Fragestellung stehen mehrere Methoden zur Verfügung, um Keime von einer Oberfläche abzulösen und zu beurteilen:

Abschwemmen
Abkratzen
Direkter Aufguß von Agar und Ablösen des Agars nach Bebrütung
Abstrichverfahren
Abklatschverfahren

Die beiden letzten finden bei bakteriologischen Untersuchungen von Fragestellungen im Bereich der Krankenhaushygiene häufig Verwendung.

1. Das Abstrichverfahren

Der Abstrich mit feuchten Tupfern erlaubt nur eine qualitative Aussage, will man nicht von jedem Abstrich eine Titerreihe anlegen; er ist aber besonders geeignet zur Beurteilung von stark zerklüfteten Oberflächen und von Hohlräumen wie Gullies oder Schläuchen (MAUNZ 27).

2. Das Abklatschverfahren

Die verschiedenen Varianten dieser Methode sind mehr oder weniger einfach zu handhaben und gestatten sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Aussage über die Keimflora auf der zu untersuchenden Oberfläche. Außerdem kann die Verteilung der Keime auf der Abklatschfläche beurteilt werden. MAUNZ und KANZ (27) entwickelten rechnerische Verfahren, mit denen die absolute Keimzahlhöhe ermittelt werden kann.

a) Indirekte Methode
Mit ihr lassen sich besonders stark gekrümmte und kantige Oberflächen untersuchen. Zur Keimaufnahme werden Gazeläppchen oder Filterpapiere auf den zu untersuchenden Gegenstand aufgedrückt und dann für ca. 10 - 20 sec. auf einen Nährboden aufgelegt und dieser anschließend bei 37°C bebrütet.

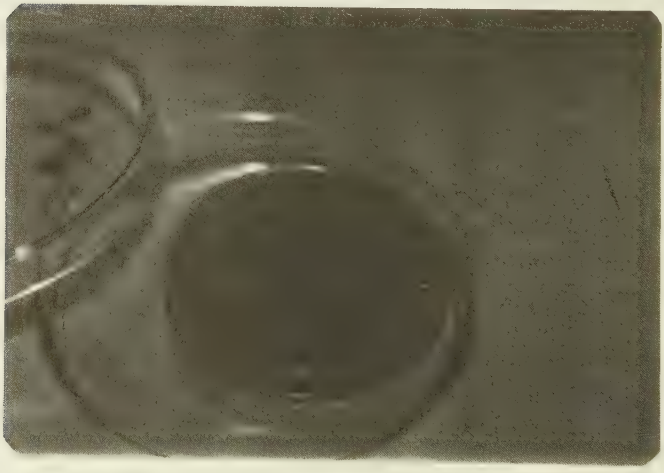
b) Direkte Methode
Bei ihr wird der Nährboden selbst auf das Untersuchungsobjekt gedrückt, ein Teil der Keime wird abgelöst und bleibt auf der Nährbodenoberfläche haften, nach KANZ der hygienisch relevante Teil. Die flexiblen Abklatschplatten - der Agar befindet sich in oder auf einem flexiblen Träger (Schaumstoff, Pappe, Kunststoffbeutel) - sind zwar nach MAUNZ und KANZ (27) besser als die starren, sind aber auch umständlicher herzustellen und anzuwenden als diese (KLEIN 33, GRÄF 12, KANZ 22).

c) Die verwendete Abklatschmethode
Für die Zwecke dieses Versuches genügten starre Abklatschplatten, da ja nur glatte, ebene Oberflächen zu untersuchen waren.
Heißer und flüssiger Nähragar wird in kleine, sterile Petrischalen mit einem Durchmesser von 58 mm und einer Höhe von

10 mm gegossen. Der Agar muß dabei den Rand der Schale etwas überragen. Jede dieser Abklatschplatten mit einer Oberfläche von 26,4 cm^2 befindet sich in einer normal großen Petrischale.

Abb. 1: Schematische Darstellung einer Abklatschplatte in einer Petrischale

Abb. 2: 24 Stunden bebrütete Abklatschplatte



Nach dem Erkalten des Agars werden die Platten in einem Laminar-Flow-Gerät etwa 15 min getrocknet.

Zum Abklatschvorgang selbst wird die Platte mit desinfizierten Händen aus der Petrischale herausgenommen und etwa 3 sec lang auf den Fußboden bzw. auf die Matte gedrückt. Anschließend wird sie in die Petrischale zurückgelegt und dann bei 37°C 24 Stunden bebrütet.

Durch die oben erwähnte Trocknung und die Beschränkung der Bebrütungszeit auf 24 Stunden wurde verhindert, daß die Bakterienkolonien zu groß wurden und ineinander flossen und so eine Auszählung unmöglich machten. So konnte das Schwärmen von Sporenbildnern weitgehend verhindert werden.

Die Aussagekraft der eben beschriebenen Abklatschmethode kann durch folgende Faktoren eingeschränkt werden:

- die Abklatschfläche ist klein (26,4 cm^2)
- die Platten können beim Herausnehmen kontaminiert werden. Durch eine sorgfältige Desinfektion der Hände vor dem Versuch soll dies weitgehend vermieden werden.

Folgende Eigenschaften ließen diese Methode für die vorgesehenen Untersuchungen geeignet erscheinen:

- billige und einfache Herstellung in der Instituts-Nährbodenküche
- schnellere und einfachere Versuchsdurchführung gegenüber flexiblen Abklatschplatten
- einfacher und sicherer Transport vom Institut zum Versuchsort, da die Platten gestapelt werden können.

III. Versuchsanordnung

1. Vorversuche

Vor den Versuchen unter praktisch-klinischen Bedingungen wurden folgende Untersuchungen mit mehr experimentellem Charakter angestellt:

- Abklatschversuche an der Personalschleuse eines OP
- Berechnung der "Gesamtkeimzahl" pro Abklatschfläche auf der Kunststoff-Klebematte
- Keimzahlreduktion durch die Kunststoff-Klebematte bei "Einbahnverkehr"
- Keimzahlreduktion an Schuhsohlen nach mehrmaligem Auftreten auf die Kunststoff-Klebematte

a) Abklatschversuche an der Personalschleuse eines OP [1)]

Um folgende Fragen beantworten zu können, wurden vor, in und hinter der Personalschleuse zu einem OP-Trakt Abklatschversuche gemacht:

- Gibt es Hinweise dafür, daß die Keimzahlen auf dem Fußboden hinter der Schleuse von den Keimzahlen vor der Schleuse abhängen und somit eine Verringerung der Keimdichte vor der Schleuse auch eine Verringerung hinter ihr zur Folge haben würde?

1) Die Versuche konnten mit der freundlichen Erlaubnis der Klinikleitung an der Chirurgischen Klinik der Universität Würzburg (Dir. Prof. Dr. Kern) durchgeführt werden.

- Läßt sich die Wirksamkeit einer Staub-Haft-Matte mit der Leistung einer Schleuse in bezug auf die Bodenkeimzahlreduktion vergleichen?

- Wie fällt dieser Vergleich aus?

Die Schleusen sind stark frequentiert (etwa 30 - 40 Personen an einem Vormittag in der Männerschleuse). Durch eine 50 cm hohe Barriere werden sie in einen unsterilen und einen sterilen Bereich geteilt.
Vor der Barriere (unsteril) werden Oberkleidung und Schuhe abgelegt. Im sterilen Bereich stehen Mundschutz und OP-Haube sowie sterile OP-Kleidung zur Verfügung. Außerdem sind OP-Schuhe vorhanden, die laut Anordnung jeden Tag desinfiziert werden. An der Wand ist ein Desinfektionsmittelspender angebracht. Im Raum befindet sich auch ein UV-Strahler, der zur Zeit der Versuche nicht eingeschaltet war.

An drei verschiedenen Tagen wurden vom Fußboden vor, in und hinter der Schleuse jeweils 10 Abklatschkulturen angefertigt.

b) Berechnung der "Gesamtkeimzahl" pro Abklatschfläche auf der Kunststoff-Klebematte

Mit den verschiedenen Nährboden-Abklatschverfahren kann nur ein Teil der Keime auf der zu untersuchenden Oberfläche erfaßt werden; wie groß dieser Anteil ist, hängt von folgenden Faktoren ab:

- Art des Abklatschnährbodens (starr - flexibel)
- Wassergehalt des Agars
- Dauer und Intensität des Aufdrückens beim Abklatschen
- Beschaffenheit der zu untersuchenden Oberfläche

Die "Gesamtkeimzahl" wird hiervon nicht beeinflußt. Sie wird als Summe der Keimzahlen definiert, die man aus so vielen Abklatschen erhält, als noch Keime von der Oberfläche losgelöst werden können. Bedingt durch die angewandten Kulturmethoden (siehe oben) sind in ihr weder Anaerobier noch langsam wachsende Keime enthalten. Außerdem können Kolonien aus Keimaggregaten kaum von solchen aus einzelnen Keimen unterschieden werden.

Mit einem von MAUNZ und KANZ (27) angegebenen Verfahren kann aus den Werten mehrerer Abklatsche von derselben Stelle ein Faktor F errechnet werden, der es erlaubt, bei konstanten Bedingungen aus einem einzigen Abklatsch angenähert die "Gesamtkeimzahl" zu ermitteln.
Setzt man voraus, daß bei jedem Abklatsch ein konstanter Teil der noch auf der betreffenden Oberfläche sich befindenden Keime am Nährboden haften bleibt, ergibt sich eine Abnahme der Keimzahlen entsprechend einer geometrischen Folge:

$a_1, a_2, \ldots . a_n; \qquad a_i = a_{i-1} \cdot q = a_1 \cdot q^{i-1}$

Diese Annahme konnte von MAUNZ (27) und verschiedenen anderen Autoren experimentell bestätigt werden.
Da $q < 1$ ist, streben die Glieder der Folge gegen Null.
Die Summe einer solchen Reihe ist dann:

$$a_1 \cdot q^{i-1} = a_1 \cdot \frac{1}{1-q} = a_1 \cdot F;\ F = \frac{1}{1-q}$$

F ist der Faktor, mit dem der erste Abklatsch (a_1) multipliziert werden muß, um die "Gesamtkeimzahl" zu erhalten.

a = Keimzahl pro Abklatschfläche
$q = a_i / a_{i-1}$ = Anteil der Keime die pro Abklatsch auf der Matte bleiben
i = 1; 2; ..... Abklatschfolge

Die Größe q, die zur Berechnung von F nötig ist, wird experimentell mit Hilfe eines Regressionsverfahrens ermittelt: Die Transformierung der Keimzahlen $a_1 \ldots\ldots a_n$ in den Logarithmus führt zu einer linearen Abhängigkeit von der Abklatschfolge.
Somit ist es sinnvoll, aus der Punktewolke die Regressionsgerade und den Regressionskoeffizienten b_x zu bestimmen:

$$y = a_x + b_x x \qquad x_i = i;\ i = 1, 2, \ldots n$$

$$b_x = \frac{(x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{(x_i - \bar{x})^2} \qquad y_i = \log a_i$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

$$a_x = \bar{y} - b_x \cdot \bar{x} \qquad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n}$$

Aus dem Regressionskoeffizienten ergibt sich entsprechend der vorausgegangenen Transformierung

$$b_x = \log q,$$

wobei $q = \frac{a_{i+1}}{a_i}$ der Quotient der geometrischen Folge ist.

In die obige Summe sind Glieder der Folge eingegangen, die kleiner als Null sind und das Ergebnis verfälschen, da es Keimzahlen zwischen 0 und 1 nicht geben kann. Wenn M die Anzahl von Abklatschen ist, von der ab keine Keime mehr losgelöst werden können, dann errechnet sich der Rest folgendermaßen:

$$a_1 \cdot F = \sum_{n=1}^{\infty} a_1 \cdot q^{n-1} = \sum_{n=1}^{M} a_1 \cdot q^{n-1} + \sum_{n=M+1}^{\infty} a_1 \cdot q^{n-1} =$$

$$\sum_{n=1}^{M} a_1 \cdot q^{n-1} + q^M \cdot \sum_{x=1}^{\infty} a_1 \cdot q^{x-1}$$

Bei genügend großem M kann der Rest vernachlässigt werden.

c) Keimzahlreduktion durch die Kunststoffklebematte bei "Einbahnverkehr"

Um abzuschätzen, inwieweit die Keimzahldichte hinter der Matte durch Keime beeinflußt wird, die primär im Reinraum ausgeschieden und über den Fußboden mit den Schuhen in die Zone hinter der Matte getragen werden, soll durch einen Modellversuch geklärt werden, welche Keimzahlreduktion erreicht werden kann, wenn die Matte in nur einer Richtung begangen wird.

Folgende Versuchsanordnung entspricht diesen Forderungen:

30 Minuten vor Versuchsbeginn wurden die Plastikklebematte sowie der Fußboden vor und hinter ihr mit einem Desinfektionsmittel auf Aldehydbasis [1)] desinfiziert (Scheuerdesinfektion). Durch den zeitlichen Abstand war gewährleistet, daß das Desinfektionsmittel verdunstet war und so das Wachstum der Keime auf der Nährplatte nicht hemmen konnte. Nachdem 30 Studenten mit Straßenschuhen in einer Richtung über die Matte gegangen waren, wurden vor und hinter der Matte jeweils 20 Abklatschproben entnommen.

1) Lysoformin ^{R} der Firma Lysoform

d) Keimzahlreduktion an den Schuhsohlen nach mehrmaligem Auftreten auf die Kunststoff-Klebematte

Je nach Schrittlänge tritt jemand, der über die Matte geht, 3 - 5 mal mit demselben Fuß auf. Durch folgenden Versuch sollte abgeschätzt werden, wie hoch die Keimzahlreduktion an den Schuhen nach 5-maligem Auftreten ist.
Wenn bei jedem Auftreten etwa derselbe Teil (1-r) der Keime an den Schuhsohlen an der Klebematte hängen bleibt, ergibt sich eine abnehmende geometrische Folge G_1: a_1; a_1r; a_1r^2..... a_1r^{n-1} der Keimzahlen an der Schuhsohle. Auf der Matte bilden die Keimzahlen der Trittspuren wieder eine geometrische Folge G_2 (errechnet aus der obigen Folge):

$a_1(1-r)$; $a_1r(1-r)$;..... $a_1r^{n-1}(1-r)$

Die Zahl r kann mit derselben Methode, die in Punkt b beschrieben ist, errechnet werden, da auch die Keimzahlen auf den Abklatschplatten, die von den Trittspuren angefertigt wurden, eine geometrische Folge mit dem Quotienten r bilden.

2. Untersuchungen im klinischen Bereich

Die Klebematte wurde in drei verschiedenen Abteilungen der Universitätskliniken Würzburg überprüft:

- Dialysestation der Medizinischen Klinik
- Flur vor den Operationssälen der HNO- und der Augenklinik
- Raum des Instituts für Hygiene und Mikrobiologie

Die Räumlichkeiten wurden so gewählt, daß jede Person, jedes Bett und jeder Gerätewagen die Matte passieren mußten.
Die Keime, die sich bei den Abklatschversuchen auf dem Fußboden hinter der Plastik-Klebe-Matte fanden, können daher über drei Wege dorthin gelangt sein:

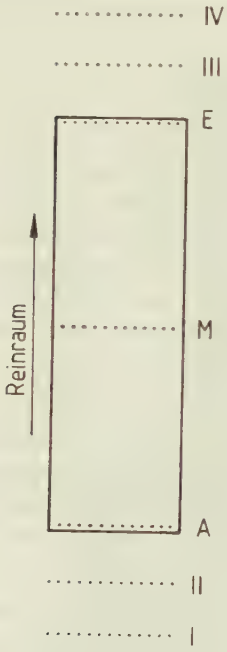
- über Sedimentation aus der Luft
- mit Schuhen oder Rädern aus dem Reinraum, wo sie ausgeschieden wurden
- mit Schuhen oder Rädern über die Matte, wenn deren Länge und Klebefähigkeit nicht ausreichten, die Keime zurückzuhalten.

Als Maß für die Wirksamkeit der Klebematte wurde der Quotient: Bodenkeimzahl vor der Matte/Bodenkeimzahl hinter der Matte gewählt. So mußten gemäß der Fragestellung

- die Keimzahl des Fußbodens vor und hinter der Matte
- die Keimzahl am Anfang, in der Mitte und am Ende der Matte
- die Keimzahlen zu verschiedenen Zeiten nach der Reinigung

bestimmt werden.

Abb. 3: Abklatschstellen vor, hinter und auf der Matte



Ein Versuch teilte sich entsprechend den verschiedenen Zeiten nach der Reinigung der Matte in drei bzw. zwei Serien.
Abb. 3 zeigt die prinzipielle Anordnung der Abklatschstellen jeder Serie auf dem Fußboden und auf der Matte und zwar jeweils 10 in einer Reihe quer zur Verlaufsrichtung der Matte.
Aus den logarithmischen Werten der jeweils 10 Abklatschkulturen in einer Reihe wurde das arithmetische Mittel gebildet und dieses auch in allen Tabellen und Berechnungen verwendet.

Um zu vermeiden, daß innerhalb eines Versuches von derselben Stelle abgeklatscht wurde, mußten die Abklatschstellen in jeder Serie um 10 cm nach vorne verschoben werden. Dieser Versuchsplan wurde dann den Umständen entsprechend variiert.

a) Dialysestation:[1)]

Die Matte lag in einem Flur zwischen Eingangstüre und eigentlichem Dialyseraum. Unmittelbar hinter der Eingangstüre war eine Abreißklebematte (100 x 60 cm) angebracht. Über die Kunststoff-Klebematte führte der Weg geradeaus in den Dialyseraum. Rechts ging die Türe zur Stationsküche ab und links kam man in einen Raum, in dem zur Zeit der Versuche ein Intensivpflegepatient zur Dialyse lag.

Der Flur war so kurz, daß vor und hinter der Matte nur jeweils 40 cm für die Abklatschversuche zur Verfügung standen. Daher mußte der Versuchsplan dahingehend geändert werden, daß nicht 20 Abklatsche vor und hinter der Matte, sondern nur 10 gemacht wurden; außerdem konnte der Abstand von 0,5 m nicht eingehalten werden.

Wegen eines Umbaus war die Staubbelastung extrem hoch. Auf Grund ihrer blauen Farbe wurde die Matte schon kurze Zeit nach dem Wischen wieder unansehnlich, so daß das Personal gezwungen war, alle 2 - 3 Stunden zu reinigen.

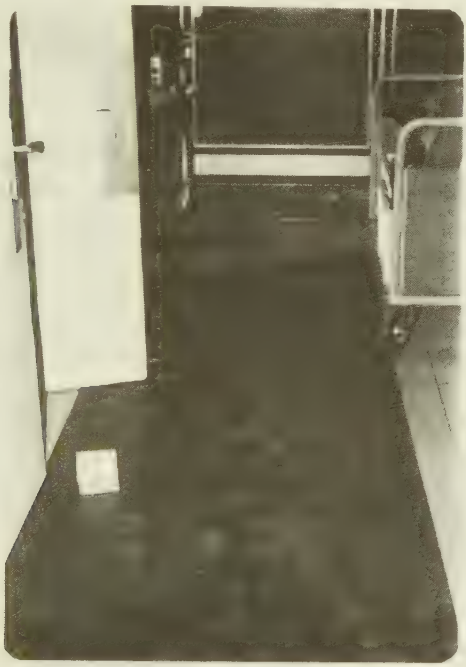
An fünf Tagen wurde jeweils ein Versuch durchgeführt und zwar zu je drei Serien:

Serie 1	20 min nach dem Reinigen
Serie 2	50 min nach dem Reinigen
Serie 3	80 min nach dem Reinigen

1) Dialysestation der Medizinischen Klinik der Universität Würzburg; mit der freundlichen Genehmigung von Herrn Prof. Dr. med. Heidland

Die Versuche fanden gegen Mittag, wenn die meisten Patienten bereits dialysiert waren, statt.

Abb. 4: Plastikklebematte im Flur der Dialysestation



b) Flur vor den Operationssälen der HNO- und der Augenklinik[1)]

Die Versuche wurden im Zugang zu den OP-Schleusen, einem Flur von etwa 15 m Länge und 2 m Breite, durchgeführt. Die Matte lag etwa 1,5 m hinter einer Türe, die diesen Gang und somit den gesamten OP-Trakt von der übrigen Klinik trennt.

1) mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr.med. Kley (Direktor der Universitäts-HNO-Klinik).

Der Operationsbetrieb begann an den fünf Versuchstagen gegen 7^{00}. Zu folgenden Zeiten wurden dann Abklatsche entsprechend der oben genannten Versuchsanordnung gemacht:

Serie 1	7^{30}
Serie 2	8^{00}
Serie 3	8^{30}

Bis zur Beendigung der drei Serien gingen etwa 40 - 60 Personen über die Matte; außerdem wurden 5 - 10 Betten darübergeschoben.

Die Operationssäle, der Gang und die Matte wurden einmal täglich gegen 16^{00} nach Beendigung des Operationsbetriebes von einer Würzburger Firma gereinigt und desinfiziert. Eine weitere Reinigung des Flures gegen 7^{00} ließ sich nicht organisieren, mit einer Reinigung der Matte allein war aber nicht gedient. So mußte eine Verfälschung der Keimzahlen durch über Nacht sedimentierte Keime in Kauf genommen werden.

Abb. 5: Plastikklebematte im Zugang zum HNO-Augen-Operationstrakt

c) Institut für Hygiene und Mikrobiologie

Für weitere fünf Versuche wurde die Matte in einem Raum des AHB-Labors ausgelegt. Die tägliche Reinigung und Desinfektion (Lysoformin) erfolgte durch das Putzpersonal des Instituts.
Jeder Versuch bestand aus zwei Serien. Die Abklatsche erfolgten nicht zu bestimmten Zeiten nach dem Wischen, sondern nachdem 10 bzw. 20 Personen über die Matte gegangen waren:

Serie 1	nach 10 Personen
Serie 2	nach 20 Personen

Auf die Reihen A, M und E wurde verzichtet.

C. Ergebnisse

I. Vorversuche

1. Abklatschversuche an der Personalschleuse eines OP

An drei verschiedenen Tagen wurden je 10 Abklatschkulturen vom Fußboden vor und hinter sowie in der Schleuse vor und hinter der Barriere angefertigt. Die Durchschnittswerte sind in logarithmischer Form in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1
Abklatschversuche an der Personalschleuse eines OP [1)]

Durchschnittliche Keimzahlen pro Abklatschfläche in log (Durchschnitt von je 10 Nährböden)

Zeit	vor der Schleuse	in der Schleuse vor der Barriere	in der Schleuse hinter der Barriere	hinter d. Schleuse	d
9^{00}	1,98	2,37	2,33	1,74	0,24
11^{00}	1,94	2,05	2,19	1,86	0,08
13^{20}	1,90			2,05	- 0,15
Durchschnittswerte	1,94	2,21	2,26	1,88	0,06

d = Differenz log Keimzahl vor - log Keimzahl hinter der Schleuse

1) Personalschleuse zum aseptischen OP der Chirurgischen Klinik der Universität Würzburg

Die höchste Keimzahldichte findet sich in der Schleuse (etwa 170 Keime pro Abklatschfläche), was wohl auf die Freisetzung einer großen Menge von Keimen beim Umkleiden zurückzuführen ist.
In zwei von den drei Versuchen ist die Keimzahl hinter der Schleuse niedriger als vor ihr, eine Abhängigkeit der Keimzahldichten voneinander läßt sich nicht erkennen.

2. Abklatschversuche zur Bestimmung des Faktors F

Von 4 verschiedenen, vorher durch Kreise markierten Stellen der normal verschmutzten Matte wurden jeweils 10 Abklatschkulturen nacheinander entnommen. In Tabelle 2 sind die Logarithmen der Keimzahlen der einzelnen Nährböden angegeben.

Tabelle 2
Zehnfacher Abklatsch derselben Stelle auf der Plastik-Klebematte zur Bestimmung der "Gesamtkeimzahl"

Abklatschfolge i	Keimzahl/Abklatschfläche (in log) im Versuch Nr. 1	2	3	4
1	2,75	2,70	2,70	2,90
2	2,68	2,69	2,64	2,85
3	2,61	2,63	2,68	2,74
4	2,31	2,55	2,33	2,62
5	2,23	2,41	2,40	2,57
6	2,44	2,33	2,34	2,51
7	2,31	2,28	2,30	2,47
8	2,33	2,05	2,34	2,39
9	2,20	2,19	2,26	2,44
10	2,13	2,14	2,30	2,22

					Mittel-werte
$\bar{y}$	2,40	2,40	2,43	2,57	
b_x	-0,0614	-0,0746	-0,0492	-0,0682	
a_x	2,74	2,81	2,70	2,95	
q	0,87	0,84	0,89	0,84	0,86
F	7,69	6,25	9,09	6,25	7,32

$\bar{y}$, a_x, b_x sind Parameter, die zur Regressionsanalyse benötigt werden:

$$\bar{y} = \frac{y_1 + y_2 + \ldots\ldots y_{10}}{10}$$

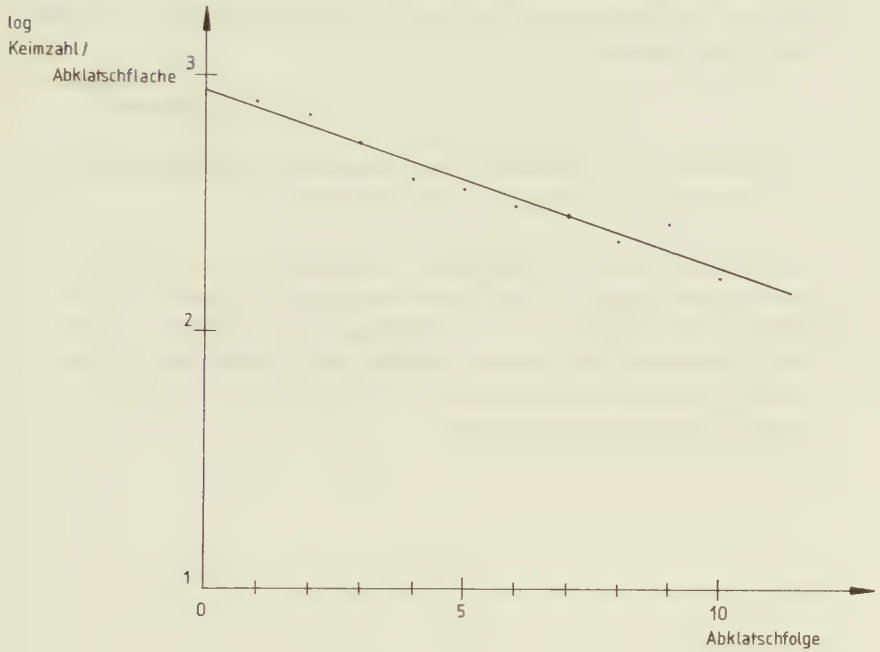
wobei $y_i = \log a_i$ der Logarithmus der Keimzahlen pro Nährboden bedeutet:

$$b_x = \frac{(x_i - \bar{x})\,(y_i - \bar{y})}{(x_i - \bar{x})^2}$$ der Regressionskoeffizient

$$a_x = \bar{y} - b_x\bar{x}$$

Aus der Formel $b_x = \log q$ kann $q = \frac{a_i + 1}{a_i}$ berechnet werden und aus $F = \frac{1}{1 - q}$ ergibt sich der Faktor F, mit dem der 1. Abklatsch multipliziert werden muß, damit man die "Gesamtkeimzahl" erhält. Die genaue Erklärung der Formeln findet sich im Abschnitt B Material und Methoden.
Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, schwanken die Werte für F von 6,25 bis 9,0, als Durchschnittswert ergibt sich $7,3 \approx 7$.

Abb. 6: Keimzahlen des vierten Versuches in Abhängigkeit von der Abklatschfolge und die zugehörige Regressionsgerade.



3. Keimzahlreduktion durch die Plastik-Klebematte bei "Einbahnverkehr"

Bei einem Versuch, bei dem 30 Studenten in einer Richtung über die Matte gingen, wurden aus jeweils 20 Abklatschkulturen vor der Matte und hinter der Matte folgende Mittelwerte gefunden:

Vor der Matte 1,50
Hinter der Matte 1,28
(die Werte in log)

Die Differenz beider Werte ist d = 0,22, was delogarithmiert einem Keimzahlquotienten

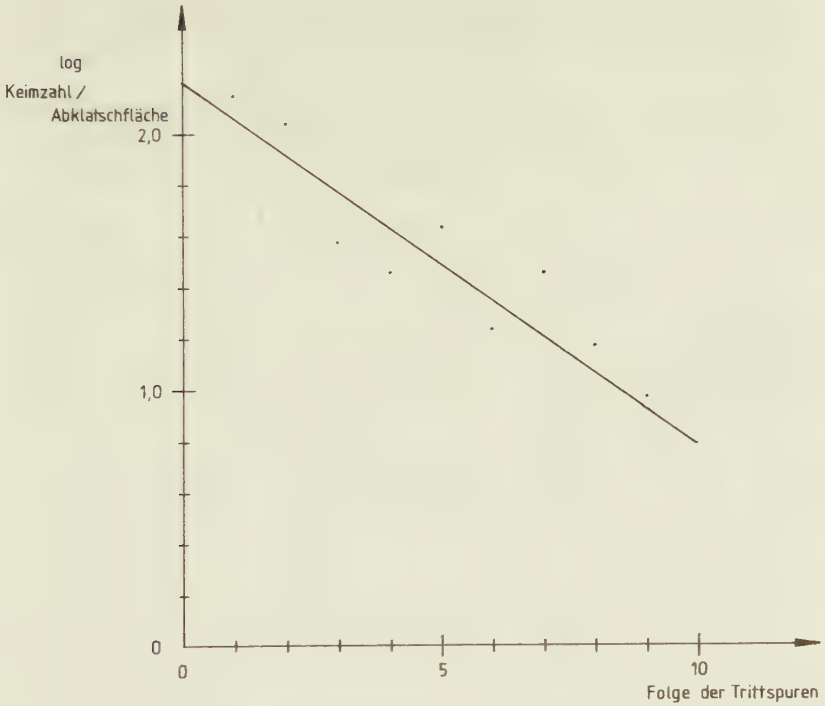
$$Q = \frac{\text{Keimzahl vor der Matte}}{\text{Keimzahl hinter der Matte}} = 1{,}7 \text{ entspricht.}$$

Hinter der Matte sind also noch 58 % der Keimzahlen vor der Matte zu finden.

4. Keimzahlreduktion an Klinikschuhen nach mehrmaligem Auftreten auf die Kunststoffklebematte

Abbildung 7 gibt die Ergebnisse eines Versuches wieder, dessen theoretische Grundlagen im Abschnitt "Material und Methoden" dargestellt sind. Auf vorher markierten Stellen der gereinigten und desinfizierten Matte wurde ein Klinikschuh 10 mal abgetreten. Von diesen Trittspuren wurde jeweils 1 Abklatsch entnommen.

Abb. 7: Abnahme der Keimdichte in einer Reihe von Trittspuren auf der Matte



Bei der Berechnung der Regressionsgeraden ergab sich eine Steigung der Geraden von -0,134, das ist 0,866 - 1;, delogarithmiert ergibt sich der Wert r = 0,74; r ist der Teil der Keime, die bei jedem Tritt an den Schuhsohlen verbleiben. Umgekehrt werden etwa 25 % der auf der Sohle befindlichen Keime auf der Matte festgehalten.
Es bleiben also nach dreimaligem Auftreten etwa 58 %, nach fünfmaligem Auftreten etwa 75 % der Keime auf der Matte zurück.

II. Versuche unter praktisch klinischen Bedingungen

1. Abklatschversuche im Flur einer Dialysestation

In Tabelle 3 sind die Durchschnittswerte aus jeweils 10 Abklatschkulturen in ihrer logarithmischen Form dargestellt.

Tabelle 3:
Durchschnittliche Keimzahlen pro Abklatschfläche der Versuche im Flur einer Dialysestation (in log)

Zeit nach d. Reinig.	Durchschnittliche Keimzahlen vor d. Matte	auf d. Matte A	M	E	hinter d. Matte	d	Q
20′	0,72	1,33	1,49	1,17	0,64	0,08	1,2
50′	0,84	1,76	1,85	1,42	0,65	0,21	1,6
80′	1,26	1,83	1,90	1,54	0,86	0,40	2,5
20′	0,69	0,76	0,70	1,05	0,40	0,29	2,0
50′	1,24	1,97	1,82	1,69	0,82	0,42	2,7
80′	1,25	2,08	1,64	1,64	0,77	0,48	3,0
20′	1,24	2,01	1,22	1,18	0,99	0,25	1,8
50′	1,01	2,01	1,65	1,70	0,85	0,16	1,5
80′	1,00	1,77	1,85	1,70	0,68	0,32	2,1
20′	0,96	1,04	1,04	1,31	0,69	0,27	1,9
5o′	0,64	1,09	1,00	0,79	0,52	0,12	1,3
80′	0,91	1,38	1,31	1,26	0,68	0,31	2,1
Mittelwerte	0,98	1,59	1,52	1,37	0,71	0,28	1,9

d = log Keimz. "vor" der Matte - log Keimz. "hinter" der Matte $Q = 10^d$

Folgende statistische Parameter lassen sich errechnen:
Durchschnittswert von d aus 12 Versuchsserien = $\bar{d}$ = 0,28.
Aus $\bar{d} = \log \bar{Q}$ folgt $\bar{Q} = 10^{\bar{d}} = 10^{0,28} = 1,9$.
Q = Keimzahl vor der Matte/Keimzahl hinter der Matte.
Varianz $v = s^2 = 0,01478$
Standardabweichung s = 0,1215
Prüfgröße t des t-Tests: t = 7,9831.

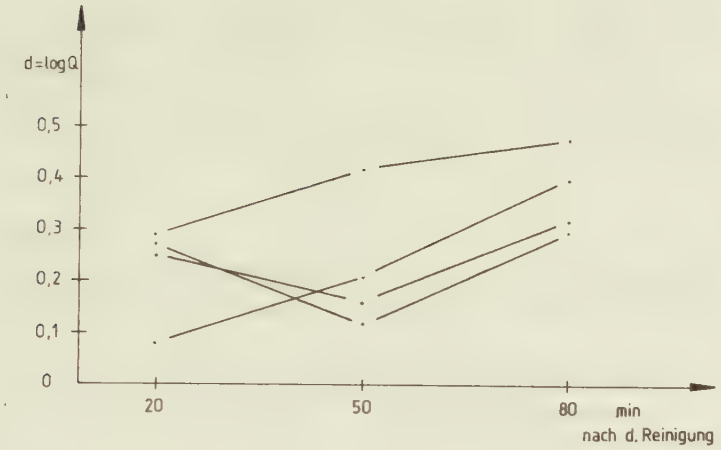
a) Keimzahlen vor und hinter der Plastikklebematte

In allen 12 Versuchsserien war die Keimdichte vor der Matte höher als hinter der Matte (d.h. Q 1 für alle Versuchsserien). Pro Abklatschfläche fanden sich etwa 10 bzw. 5 Keime.
Der durchschnittliche Wert von Q (Q = Bodenkeimzahl vor der Matte/Bodenkeimzahl hinter der Matte) war 1,9. Das bedeutet, daß hinter der Matte etwa nur 52 % der Keimzahlen vor der Matte zu finden sind.
Im t-Test konnte nachgewiesen werden, daß d = log Q signifikant größer Null ist (p = 0,99); daraus folgt Q signifikant größer 1.

b) Keimzahlrelation Q in Abhängigkeit von der Zeit nach der letzten Reinigung

Eine Abnahme der Wirksamkeit der Matte in Abhängigkeit von der Dauer nach der letzten Reinigung ließ sich nicht erkennen. In Abb. 8 ist d = log Keimzahl vor der Matte - log Keimzahl hinter der Matte in Abhängigkeit von der Zeit nach der Reinigung dargestellt. Es deutet sich ein Anstieg der Wirksamkeit der Matte an, was sich statistisch im t-Test nicht belegen läßt.

Abb. 8: Verhalten von d = log Q in Abhängigkeit von der Zeit nach der Reinigung



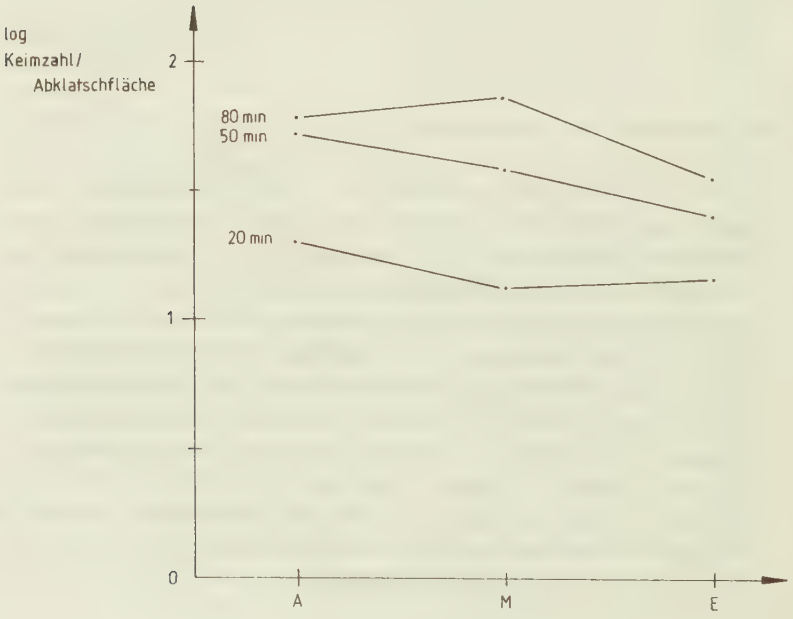
c) Keimzahlen auf der Matte

Pro Abklatschfläche befanden sich durchschnittlich 30 Keime auf der Matte. Berücksichtigt man den in Vorversuch 2 errechneten Faktor F = 7, so ergeben sich 210 Keime pro Abklatschfläche oder 8 Keime pro cm^2.
Im t-Test sind bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,05 die Mittelwerte der Abklatsche 20 min, 50 min und 80 min nach der Reinigung verschieden. Die Keimzahlen wachsen in den ersten 30 Minuten (20 - 50 min nach der Reinigung) durchschnittlich um das dreifache, in den zweiten 30 min um das 1,2 -fache. Tabelle 4 zeigt die arithmetischen Mittel der log Keimzahl aus den vier Versuchen, aufgeschlüsselt nach Lokalisation (A = Anfang, M = Mitte, E = Ende der Matte) und Zeit nach der Reinigung.

Tabelle 4

Zeit nach der Reinigung	log Keimzahl Anfang (A)	Mitte (M)	Ende (E)	Durchschnitt
20 min	1,29	1,12	1,17	1,19
50 min	1,71	1,58	1,40	1,56
80 min	1,76	1,86	1,54	1,72
Mittelwerte	1,59	1,52	1,37	1,49

Abb. 9: Keimzahlen auf der Matte 20, 50 und 80 min nach der Reinigung



2. Abklatschversuche zur Ermittlung der Keimzahlreduktion durch eine Plastikklebematte im Zugang zum HNO - Augen - OP

Entsprechend der Ausführungen in "Material und Methoden" wurden an 4 verschiedenen Tagen drei Serien zu je 70 Abklatschen gemacht.
Tabelle 5 zeigt die arithmetischen Mittel aus je 10 logarithmierten Keimzahlen der Reihen I, II, A, M, E, III, IV. (s. Abb. 3)

Tabelle 5
Abklatschversuche im Zugang zum HNO - OP
Durchschnittliche Keimzahlen/Abklatschfläche (in log)

vor d. Matte		auf d. Matte			hinter d. Matte			
I	II	A	M	E	III	IV	d	Q
1,65	1,58	2,27	2,36	2,09	1,53	1,69	0,01	1,0
1,56	1,43	2,62	2,29	2,28	1,43	1,49	0,04	1,1
1,67	1,74	2,54	2,24	2,35	1,35	1,45	0,3	1,3
1,46	1,63	2,40	2,22	2,03	1,50	1,68	-0,04	0,9
1,55	1,56	2,40	2,38	2,42	1,58	1,53	0,00	1,0
1,38	1,51	2,47	2,38	2,27	1,43	1,41	0,03	1,1
1,55	2,05	2,41	2,26	2,60	2,39	2,24	-0,52	0,3
1,83	1,91	2,58	2,37	2,47	2,27	2,20	-0,37	0,4
1,69	1,94	2,64	2,44	2,45	2,15	1,98	-0,25	0,6
1,54	1,49	2,19	2,14	2,16	1,45	1,27	0,16	1,5
1,45	1,55	2,24	2,16	2,14	1,57	1,44	-0,01	1,0
1,35	1,57	2,31	2,13	2,00	1,38	1,46	0,04	1,1
Mittelwerte:								
1,56	1,66	2,42	2,28	2,27	1,67	1,65	-0,05	

Legende:

I
II Reihen von Abklatschen vor der Matte

A Abklatschreihe am Anfang der Matte
M Abklatschreihe in der Mitte der Matte
E Abklatschreihe am Ende der Matte

III
IV Abklatschreihen hinter der Matte

Varianz $v = s^2 = 0{,}058$

Daraus errechnen sich alle folgenden Werte und Ergebnisse.

a) Keimzahlen vor bzw. hinter der Matte

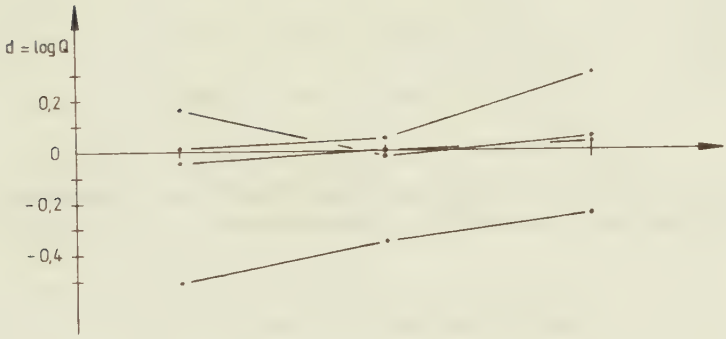
Die durchschnittliche Keimdichte vor der Plastikklebematte betrug 1,61, die hinter der Matte 1,66. Das bedeutet 41 bzw. 46 Keime pro Abklatschfläche. Die Spannweite reicht von 1,38 bis 1,94 vor bzw. 1,27 bis 2,39 hinter der Matte.
Eine Keimzahlreduktion (d 0) durch die Matte bestand nur in 6 der 12 Abklatschserien, in 5 der Fälle war d 0, in einem Fall d = 0.
d streut zwischen - 0,52 und + 0,30; der Durchschnittswert beträgt - 0,04. Delogarithmiert ergibt sich $\bar{Q} = 10^{\bar{d}} = 0{,}92$ (Q ist das Maß der Keimzahlreduktion).
Für diese Versuchsanordnung konnte keine statistisch gesicherte Keimzahlreduktion festgestellt werden, im t - Test ergab sich keine Signifikanz für Q = 0.

b) Zeitliche Abhängigkeit der Keimzahlreduktion

In 3 von den 4 Versuchen nahm die Keimzahlreduktion mit der Zeit (7^{30} - 8^{00} - 8^{30}) zu, was sich aber statistisch nicht sichern ließ.

Abbildung 10 stellt diesen Sachverhalt graphisch dar.

Abb. 10: Verhalten von d = log Q in Abhängigkeit von der Zeit nach Dienstbeginn bei den Versuchen in der HNO-Klinik



c) Keimzahlen auf der Matte

Pro Abklatschfläche wurden im Durchschnitt 220 Kolonien ausgezählt, multipliziert mit Faktor F = 7, ergibt 1540 Keime pro Abklatschfläche. Die Ergebnisse streuen innerhalb eines Versuchs, aber auch von Versuch zu Versuch wenig. (Standardabweichung = 0,158)

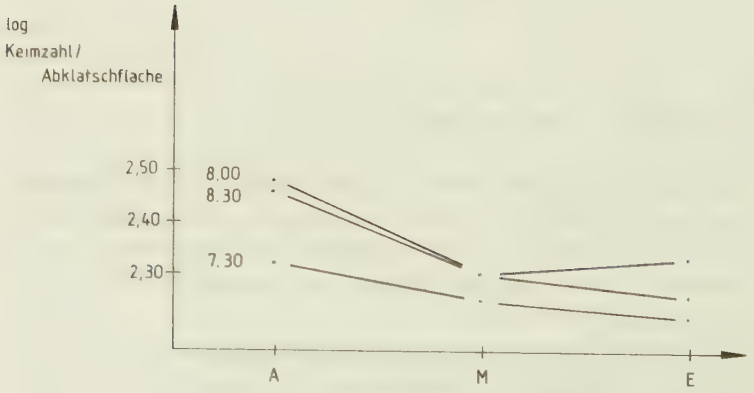
Tabelle 6 zeigt die Durchschnittswerte aus den 4 Versuchen zu den verschiedenen Zeiten nach Dienstbeginn gegen 7^{00} und verschiedenen Lokalisationen auf der Matte.

Tabelle 6: Durchschnittswerte aus den 4 Versuchen zu verschiedenen Zeiten nach dem Dienstbeginn

Zeit	Keimzahlen/Abklatschfläche (in log)		
	A	M	E
7^{30}	2,32	2,25	2,22
8^{00}	2,46	2,30	2,33
8^{30}	2,49	2,30	2,26

Wie auch Abb. 11 zeigt, ist keine wesentliche Zunahme der Keimzahlen/Abklatschfläche auf der Matte zu verzeichnen.

Abb. 11: Keimzahlen auf der Matte zu den Zeiten 7^{30}, 8^{00}, 8^{30}



Bei 10 von 12 Serien waren am Anfang der Matte mehr Keime als am Ende, bei 5 von ihnen nahmen die Zahlen kontinuierlich ab (A > M > E); bei den übrigen 5 waren die Keimzahlen in der Mitte am niedrigsten (A > M < E).
Die Unterschiede waren allerdings nicht sehr groß.

3. Abklatschversuche in einem Labor im Institut für Hygiene und Mikrobiologie

Um unter bestimmten Bedingungen (regelmäßige Desinfektion, definierte Anzahl der Personen) die Keimzahlreduktion zu bestimmen, wurde die Matte im Anaerobier-Labor des Instituts ausgelegt.
In Tabelle 7 sind die logarithmierten Keimzahlen (Mittelwerte der verschiedenen Reihen) dargestellt.

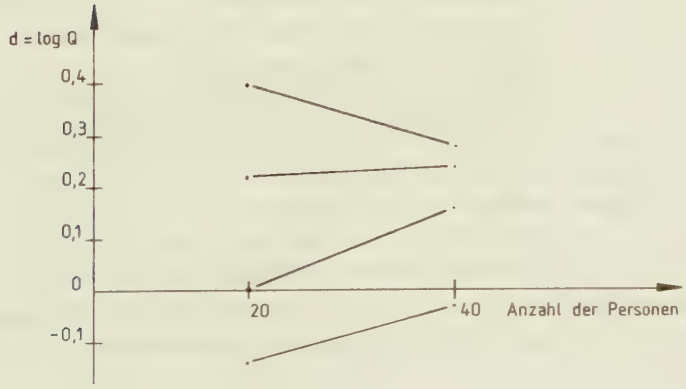
Tabelle 7

Ergebnisse der Abklatschversuche im Anaerobierlabor des Instituts für Hygiene und Mikrobiologie

Vers. Nr.	Keimzahlen/Abklatschfläche (in log) vor der Matte		hinter der Matte			
	I	II	III	IV	d	Q
1	2,11	2,30	2,11	2,31	0,00	1,0
	2,09	2,21	1,93	2,05	0,16	1,5
2	1,37	1,34	1,39	1,61	-0,14	0,73
	1,54	1,30	1,35	1,54	-0,03	0,94
3	1,52	1,31	0,93	1,11	0,40	2,5
	1,46	1,26	1,00	1,16	0,28	1,9
4	1,25	1,28	0,94	1,06	0,22	1,7
	1,34	1,26	1,14	0,99	0,23	1,7
Mittelwert	1,59	1,53	1,35	1,48	$\bar{d}$ = 0,14	

Im Durchschnitt befanden sich 37 Keime/Abklatschfläche vor der Matte und 27 Keime hinter ihr. Die Werte streuten innerhalb einer 10er-Potenz.
d entspricht der Differenz der Keimzahlen (in log) vor bzw. hinter der Matte. In 5 von 8 Serien war $d > 0$, d.h. hinter der Matte waren weniger Keime als vor ihr zu finden; einmal war $d = 0$, zweimal $d < 0$. Als Mittelwert von d ergab sich 0,14, delogarithmiert errechnet sich aus $d = \log Q$ ein Keimzahlquotient Q von 1,4. Durchschnittlich war also eine Keimzahlreduktion auf 71 % der Werte vor der Matte zu finden.
Im t-Test erwies sich der Mittelwert d als signifikant ($p = 0{,}01$) von 0 verschieden.
Wie Abb. 12 zeigt, läßt sich keine sichere Abhängigkeit der Keimzahlreduktion von der Anzahl der Personen, die über die Matte gegangen waren, erkennen.

Abb. 12: Verhalten von $d = \log Q$ in Abhängigkeit von der Anzahl der Personen, die über die Matte gegangen sind



D. Diskussion

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der klinischen Anwendbarkeit von Plastikklebematten. Weniger die mechanische Brauchbarkeit, als vielmehr die bakteriologische Wirksamkeit unter verschiedenen Bedingungen war zu überprüfen.

Der Einsatz von Klebematten oder mit Desinfektionslösung getränkten Matten als Maßnahme gegen die Keimverschleppung über den Fußboden wird von den meisten Autoren für nicht dringlich gehalten.

WERNER (35) unterscheidet drei Gruppen von möglichen Infektionsquellen und Infektionswegen nach ihrer Bedeutung:

1. Gruppe: Bewiesenermaßen häufige Ursachen von Krankenhausinfektionen:
   - Einsatz von fehlerhaft sterilisiertem Material
   - Kontaminierte Flüssigkeiten in Inhalatoren, Sauerstoffgeräten, Inkubatoren, Raumluftbefeuchtern
   - Pflege von Patienten mit Harnkathetern
   - Pflege von Drainageschläuchen
   - Pflege von Wunden und Verbandswechsel
   - Schmierinfektionen über die Hände des Personals
2. Gruppe: Nachgeordnete Ursachen:
   - Kontaminierte Flächen
   - Kontaminierte Einrichtungsgegenstände
3. Gruppe: Theoretische Ursachen, deren Beseitigung sich noch nicht als nützlich erwiesen hat:

- Luftweg und andere
  Als Gegenmaßnahmen sind hier einige Beispiele aufgeführt: Klimatisierung
  Reinraumtechnik
  UV-Bestrahlung
  Anwendung antibakterieller Matten.

Der Autor weist darauf hin, daß Gegenmaßnahmen der 3. Gruppe nur vertretbar sind, wenn Ursachen der 1. und 2. Gruppe lückenlos beseitigt sind. Die hier zu untersuchende Plastikklebematte dürfte ebenso wie die desinfizierenden Matten zur 3. Gruppe gehören.

Eine ähnliche Einteilung findet sich bei GRAEVENITZ (14). Hier rangiert der Fußboden als Keimquelle unter der Rubrik: seltene bzw. fragliche Keimquellen, die nur schwer oder gar nicht desinfizierbar sind.

Die Autoren DASCHNER, BORNEFF, JACKSON und PARKER (47) führen in ihrer Liste von unbewiesenen Maßnahmen der Krankenhausinfektionskontrolle unter anderem (UV-Licht, Laminar air flow Systeme, Plastiküberschuhe) auch die Desinfektionsmatten an.

Der Beweis einer Wirksamkeit von bestimmten Maßnahmen der Krankenhaushygiene ist nur durch die Verringerung bestimmter Hospitalinfektionen zu erbringen (WERNER, 36). Daher ist ein Beweis im allgemeinen sehr schwierig und nur in wenigen spezifischen Fällen wie zum Beispiel bei Urindrainagesystemen (DASCHNER, 6) zu erbringen. Bei unspezifischen Maßnahmen scheint es daher berechtigt, Wirksamkeit und Unwirksamkeit durch quantitativ-bakteriologische Untersuchungen wahrscheinlich zu machen. Zu bedenken bleibt bei diesem Ansatz allerdings, daß keine Höchstzahlen für Fußbodenkeime existieren noch ein Mindestmaß für die Keimzahlreduktion angegeben werden kann.

In einem Teil der uns vorliegenden Literatur über keimreduzierende Wirkungen von Fußbodenmatten wurde die Keimreduktion durch Abklatschkulturen von Rädern oder Schuhsohlen untersucht.

MEDDICK (28) versuchte durch Abschätzen des Keimwachstums in den Abklatschkulturen, die von Rädern an Patientenwägen vor und nach Passieren von verschiedenen Klebematten vor einem OP-Saal gemacht wurden, eine Aussage über deren Wirksamkeit zu machen.

Diese Ergebnisse sind wegen der halbquantitativen Auswertung (kein Keimwachstum, vereinzeltes Wachstum, geringes Wachstum, mäßiges Wachstum, starkes Wachstum) mit unseren Untersuchungen kaum zu vergleichen. Die für eine Dauer von mindestens 5 Stunden gefundene Effektivität der Matte in ihrer keimreduzierenden Wirkung entspricht unseren Ergebnissen, daß innerhalb eines Zeitraums von 2 Stunden nach Reinigung der Matte keine wesentliche Änderung des Keimzahlquotienten Q[1)] eintritt.

HINGST (20) untersuchte die Keimreduktion an sauberen, mit verschiedenen Keimsuspensionen bestrichenen Klinikschuhen mittels einer sog. "Abreißmatte" (mit desinfizierendem Spezialkleber beschichtete Polyäthylenfolien). Diese Art von Matten besitzt im Gegensatz zu der von uns untersuchten Klebematte eine sehr hohe Anfangshaftfähigkeit, die allerdings dann nicht lange vorhält, wie dies auch MEDDICK in seinen Untersuchungen feststellen konnte.

REYBROUK (3) fand bei Versuchen, in denen die Keimzahlen auf dem Boden eines Ganges zwischen zwei Matten bestimmt und mit einer Kontrolle verglichen wurden, eine Keimzahl-

1) $Q = \frac{\text{Keimzahl "vor" der Matte}}{\text{Keimzahl "hinter" der Matte}}$

reduktion auf 36 % der Kontrollwerte. Dieses Ergebnis stimmt gut mit dem des Vorversuches 4 überein, bei dem mit experimentellen und rechnerischen Methoden eine Reduktion der Keime auf 58 - 25 % erreicht wurde.

Das schlechtere Ergebnis der Versuche unter klinisch praktischen Bedingungen gegenüber den Vorversuchen und der Arbeit von REYBROUK (3) dürfte dadurch zustande kommen, daß ein großer Teil Fußbodenkeime in einem Reinraum über andere Wege in den Reinraum gebracht wurden bzw. aus einer Keimquelle im Reinraum stammen.

Diese Keime werden dann beim Verlassen des Reinraums mitgenommen und gehen somit ins Versuchsergebnis ein. Daß in vielen Versuchsserien die Keimzahlen in der Mitte der Matte niedriger sind als am Ende der Matte, ist ein weiterer Hinweis für diesen Sachverhalt.
In nur drei von zwölf Versuchsserien der Versuche in der Dialysestation war die Keimzahl am Ende der Matte höher als in der Mitte. Hier konnte eine signifikante Keimreduktion festgestellt werden. Demgegenüber war in sechs von zwölf Versuchsserien im Zugang zum HNO-Augen-Operationstrakt M < E, wobei in vier von diesen sechs Serien keine Keimreduktion zu finden war.

Der größte Nachteil dieser Klebemattensysteme liegt darin, daß von einem gewissen Verschmutzungsgrad an die Keime von darübergehenden Personen wieder aufgenommen werden und weitergetragen werden. Wie groß diese Gefahr ist und ab welchem Verschmutzungsgrad sie gegeben ist, kann mit diesen Versuchen nicht abgeschätzt werden, da sich weder bei den Versuchen in der Dialyse-Station noch in der HNO-Klinik eine Abhängigkeit von der durchschnittlichen

Keimzahl auf der Matte finden ließ. Zumindest läßt sich erkennen, daß bei den Versuchen in der HNO-Klinik, wo die höchsten Keimzahlen auf der Matte gefunden wurden, auch die schlechtesten Ergebnisse zu verzeichnen waren. Abgesehen von einem Versuch, waren die Werte im Hygiene-Institut die Werte für Q > 1. Obwohl die Keimzahldichte vor der Matte unwesentlich geringer war als die entsprechende Keimzahldichte in der HNO-Klinik, wurden doch bessere Ergebnisse erreicht als dort.

Da in unseren Versuchen bis zu zehnmal mehr Keime auf der Matte als auf dem Fußboden nachgewiesen wurden, ist die Möglichkeit, daß die Plastikklebematte selbst zur Keimquelle wird, nicht ganz von der Hand zu weisen. Sie soll laut ROTTER (3) nicht so groß sein, wie bei mit Desinfektionslösung getränkten Textilmatten. Hier könnte es bei fehlerhafter Zusammensetzung des Desinfektionsmittels oder Resistenzentwicklung bestimmter Keime zu einem Keimwachstum kommen.

Schon die Tatsache, daß man diese Plastikklebematten nur mit Wasser abzuwaschen braucht, damit sie ihre Klebefähigkeit wieder erlangen, läßt vermuten, daß ihre Wirksamkeit in feuchtem Zustand abnehmen würde. Auch der Kontakt mit nassen Schuhen hätte eine geringere Klebefähigkeit der Matte zur Folge. Die nassen Schuhe würden sogar den Schmutz von der Matte aufnehmen und weitertragen. Dies erklärt auch das besonders schlechte Ergebnis in Versuch 3 der HNO-Klinik. An diesem Tag herrschte Regenwetter und viele Personen gingen mit nassen Schuhen über die Matte. Die zweifach höhere Keimzahl hinter der Matte läßt sich nicht mit einer allzu starken Überlastung der Matte erklären, zumal die Keimzahlhöhe auf der Matte an diesem Tag kaum wesentlich höher war als in den beiden vorausgegangenen Versuchen.

Ob die von uns gefundene geringe Keimreduktion den hohen finanziellen Aufwand rechtfertigt, den die Anschaffung einer derartigen Matte sicherlich darstellt, bleibt fraglich. Selbstverständlich nur unter der Beachtung der Dringlichkeitsliste von Hygienemaßnahmen nach WERNER (35) wird sich eine derartige Matte vor Einrichtungen mit sehr hohen hygienischen Ansprüchen, wie z.B. Operationssäle für Transplantationschirurgie lohnen. Die je nach örtlichen Gegebenheiten sehr unterschiedlichen Ergebnisse unserer Untersuchungen unter klinisch praktischen Bedingungen lassen es sinnvoll erscheinen, Untersuchungen anzustellen, ob die erhoffte Keimreduktion an dem vorgesehenen Einsatzort erreicht werden kann.

E. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird versucht zu klären, ob durch den Einsatz von Plastikklebematten[1] vor Reinräumen eine Keimzahlreduktion auf dem Fußboden erreicht werden kann. Zu diesem Zweck wurde die zur Verfügung stehende Haftmatte in drei verschiedenen klinischen Bereichen ausgelegt; dann wurde vor, auf und hinter der Matte Abklatschpräparat entnommen und die Kulturen quantitativ ausgewertet:

1. In zwei der drei untersuchten Bereiche war die Keimzahlreduktion statistisch im t-Test zu sichern, in einem Bereich war kein Unterschied in der Keimzahldichte vor bzw. hinter der Matte zu finden:
   - Flur einer Dialyse-Station:
     Durchschnittliche Keimreduktion um den Faktor 1,9;
   - Zugang zu einem OP-Trakt:
     Keine Keimzahlreduktion.
   - Labor im Institut für Hygiene und Mikrobiologie:
     Durchschnittliche Keimreduktion um den Faktor 1,4.

2. In dem gewählten Zeitraum von etwa 2 Stunden konnte weder eine Zunahme der Keimzahlen auf der Matte noch eine eindeutige Abnahme der Wirksamkeit (entspricht Keimzahlreduktion) gefunden werden. Ebensowenig war eine Abhängigkeit der Keimreduktion von der Keimzahldichte auf der Matte oder der Keimzahldichte vor der Matte zu ersehen.

1) Dycem Partikel Stop Belag

3. Die Unterschiede der Keimzahlreduktion in den drei verschiedenen Bereichen deuten eine unterschiedliche Eignung für bestimmte örtliche Bedingungen an. Um die Entscheidung, ob eine Plastikklebematte an einem bestimmten Ort eingesetzt werden soll, zu erleichtern, wären Untersuchungen vor Ort, ähnlich denen in der vorliegenden Arbeit, angebracht.

4. Um der möglichen Gefahr, daß die Matte als Keimquelle wirkt, zu begegnen, sind eine rechtzeitige Reinigung und Desinfektion zu empfehlen. Die Reinigungsintervalle sind an der deutlich erkennbaren Verschmutzung der dunkelblauen Matte abzuschätzen; unseren Erfahrungen nach betragen sie 2 - 3 Stunden. Dies bringt einen erheblichen Arbeitsaufwand für das Putzpersonal mit sich. Abgesehen von der Behinderung des normalen Klinikverkehrs durch die Reinigungsmaßnahmen besteht eine erhebliche Rutschgefahr durch die feuchte Matte.

Derartige Matten dürfen schon wegen einer relativ geringen Keimzahlreduktion nicht als Ersatz für andere Maßnahmen der Krankenhaushygiene angesehen werden, sondern sind höchstens als zusätzliche Maßnahme zu verstehen, besonders gefährdete Bereiche vor einer Keimeinschleppung zu schützen. Zu bedenken bleibt außerdem, ob dieses Ziel nicht besser durch weniger aufwendige Maßnahmen erreicht werden kann.

Herrn Professor Dr. phil. W. Döll möchte ich für die Überlassung des Themas sowie für seine freundliche Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit danken.

Herrn Professor Dr.med. H.P.R. Seeliger, Vorstand des Institutes für Hygiene und Mikrobiologie der Universität Würzburg, danke ich für die Übernahme des Korreferates und für die Möglichkeit an seinem Institut die Arbeit durchführen zu können.

Außerdem gilt mein Dank allen, die mir im Institut für Hygiene freundliche Hilfe leisteten.

F. Literaturverzeichnis

1. ANONYM — Richtlinien zur Erkennung und Erfassung nosokomialer Infektionen
Übersetzung der Richtlinien des Center for Disease Control, Atlanta (USA)

2. ANONYM — Dycem Technical Data
Unveröffentlicht, Literatur der Firma

3. BORNEFF, J. — Hygiene
Georg Thieme Verlag
Stuttgart 1974

4. BECKERT, J.
DASCHNER, F.
KAISER, D.
LIEBSCH, H.
MÄKELA, P.
REYBROUK, G.
ROTTER, M. — Bodenmatten: Forumsdiskussion in Hyg. + Med. 4, 106, 1979

5. BRANDT, G. — Erkrankungen durch opportunistische Keime als Todesursache im Obduktionsgut
Münchn. med. Wochenschr. 118, 1453, 1976

6. DASCHNER, F. — Infektionswege in der Intensivmedizin
Hyg. + Med. 2, 197, 1977

7. DASCHNER, F.
BORNEFF, J.
JACKSON, G.G.
PARKER, M. T.
Bewiesene und unbewiesene Methoden in der Krankenhausinfektionskontrolle
Zusammenfassung eines internationalen Workshops, Baiersbronn 24.-25. Sept. 7
Gustav Fischer Verlag
Stuttgart, New York

8. FEIFEL, G.
METZ, H.
Klinische und organisatorische Gesichtspunkte der praktischen Bekämpfung von Hospitalismus
Chirurg 46, 1, 1975

9. FEINGOLD, D. S.
Hospital - acquired Infections
New Engl. J. Med. 283, 1384, 1970

10. GIERHACKE, F. W.
Hygiene im Krankenhaus
Dt. Ärztebl. 74, 884, 1977

11. GIERHACKE, F. W.
Postoperative Wundheilungsstörungen
Springer
Berlin - Heidelberg - New York 1970

12. GRÄF, W.
Herstellung und Anwendung einfacher Agarabklatschkulturen
Zbl. Bakt. Hyg. 1. Abt. Orig. B
159, 291, 1974

13. GRAEVENITZ, A.v. — Mögliche Quellen gramnegativer Hospitalinfektionen
Vortrag bei Lehr- und Fortbildungsveranstaltung: Pathophysiologie und Immunitätsverhältnisse bei Infektionen durch gramnegative Bakterien
4.5.1974 Mannheim

14. GRAEVENITZ, A.v.
PANTELICK, E. — Sollen mögliche Keimquellen mikrobiologisch überwacht werden?
Hyg. + Med. 2, 200, 1977

15. GUNDERMANN, K.O. — Die Keimbelastung in verschiedenen Krankenhausbereichen
Zbl. Bakt. Hyg. 1. Abt. Orig. B 159, 231, 1974

16. GUNDERMANN, K.O. — Zur Methodik der Keimzahlbestimmung auf Oberflächen
Arch. Hyg. 150, 753, 1967

17. HALL, L.B.
HARTNETT, M.J. — Measurement of the bacterial contamination on surface in hospital
Publ. Health Rep. Wash. 79, 1021, 1964

18. HEINRICH, S. — Hygienemaßnahmen im Krankenhaus aus der Sicht des Bakteriologen
Hyg. + Med. 2, 138, 1976

19. HEISS, F. Bakteriologische Untersuchungen zum hygienischen Gebrauchswert von protect - a - mat - Abtretmatten Unveröffentlichte Literatur der Firma

20. HINGST, V. Zur Bedeutung von Trockenfußmatten für die Verminderung der Keimverschleppung im Krankenhaus Zbl. Bakt. Hyg. 1. Abt. Orig. B 167, 83, 1978

21. HUCK, Th., Ing. med. Untersuchungen über die Beeinflussung des Luftkeimgehaltes durch Teppichböden Immun. Infek. 2, 239, 1974

22. KANZ, E. Bakteriologische Nährböden in Kunststofftaschen, eine neue Verpackungs- und Anwendungsform Pharm. Ind. 24, 556, 1962

23. KANZ, E. Hospitalismus auf Intensivpflegeeinheiten - ein schwieriges Problem Chirurg 40, 180, 1969

24. KANZ, E. Hospitalismusfibel 2. Aufl. W. Kohlhammer-Verlag Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz 1966

25. KLEIN, H.J.
WERNER, H.P.
Eine einfache Methode zur Anfertigung von Abklatschkulturen für den Nachweis von Keimträgern bei der Bekämpfung des Hospitalismus
Zbl. Bakt. Hyg. 1. Abt. Orig. 211, 365, 1969

26. LEBEK, G.
WEBER, H.P.
Zur Frage der Keimverbreitung durch Schuhsohlen und Räder von Transportwagen im Krankenhaus
Medita 8, 55/1978

27. MAUNZ, U.
KANZ, E.
Beiträge zur quantitativen Auswertung von Abklatschkulturen
Gesw. Desinf. 9, 1969

28. MEDDICK, H.M.
Bacterial contamination control mats: a comparative study
J. Hyg., Camb 79, 133, 1977

29. SCHMIDT - MENDE, M.E.
THURMAYR, R.
Praktische Maßnahmen zur Verhütung und Bekämpfung des Hospitalismus in Operationsabteilungen
Münch. med. Wschr. 106, 608, 1964

30. SCHMIDT - MENDE, M.E.
KANZ, E.
THURMAYR, R.
Untersuchungen über den Staphylokokkengehalt der Luft im Operationssaal und seine Beeinflussung durch Luftdesinfektion
Bruns Beitrag klin. Chir. 216, 115? 1968

31. SCHÜTZ, W.
GÖPEL, H.
RÜCKER, G.
Zur Bakteriologie und Prophylaxe der Wundinfektion
Langenbecks Arch. klin. Chir. 289, 136, 1958

32. SEELIGER, H.P.R.
DIETRICH, M.
RAFF, W.K.
Bekämpfung des infektiösen Hospitalismus durch antimikrobielle Dekontamination
Symposion Ulm, 9. Okt. 1976
G. Braun GmbH
Karlsruhe 1977

33. THIMM, B.
Möglichkeiten und Grenzen der Krankenhaushygiene, Teil 1
Hyg. + Med. 2, 7, 1976

34. WALTER, C.W.
KUNDSIN, R.B.
The floor as a reservoir of hospital infektions
Surg. Gynec. Obstr. 111, 412, 1960

35. WERNER, H.-P.
Infektionsquellen und Infektionswege
Hyg. + Med. 2, 133, 1977

36. WERNER, H.-P.
Hygiene im Krankenhaus
Überwachung und Kontrolle
Hyg. + Med. 3, 44, 1978

37. WEWALKA, G.
FLAMM, H.
Die Keimverbreitung durch Gummiüberschuhe im aseptischen Bereich
Zbl. Bakt. Hyg. 1. Abt. Orig. B 157, 23, 1973

38. WILLE, B. Hospitalismus - Fakten und Konsequenzen

39. WILLE, B. Desinfektions- und Verhaltensmaßnahmen in Operationsbereichen
Hyg. + Med. 2, 14, 1976

40. WILLE, B. Praktische Infektionsbekämpfung und -kontrolle aus der Sicht des Krankenhaushygienikers
Hyg. + Med. 2, 302, 1977

Lebenslauf

Am 29. Juni 1950 wurde ich, Hans Georg Heuberger, als erster Sohn des Postinspektors Johann Heuberger und seiner Ehefrau Johanna, geb. Hausner, in Vilshofen/Niederbayern geboren. 1956 wurde ich an der Volksschule Windorf eingeschult. Im Juli 1961 erfolgte meine Aufnahme ins Humanistische Gymnasium Schweiklberg, von wo ich 1967 ins Humanistische Gymnasium Leopoldinum Passau überwechselte. Hier machte ich 1970 das Abitur.
Nach sechzehn Monaten Bundeswehr belegte ich drei Semester Mathematik an der Universität Regensburg. Zum Sommersemester 1973 wechselte ich an die Medizinische Fakultät der Julius-Maximilian-Universität Würzburg, wo ich im Mai 1979 die ärztliche Prüfung ablegte.
Seit Juli 1979 arbeite ich als Assistenzarzt in der Anaesthesieabteilung der Städtischen Krankenanstalten Aschaffenburg.

Heuberger Hans